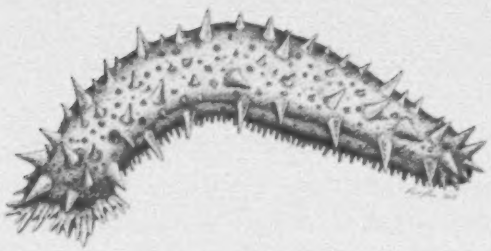
Pêches et Océans Canada | Fisheries and Oceans Canada
Sciences des écosystèmes et des océans | Ecosystems and Oceans Science

Région du Pacifique

Secrétariat canadien de consultation scientifique
Avis scientifique 2015/026

TROUSSE D'OUTILS DE MODÉLISATION POUR SIMULATION VISANT À ÉVALUER DIFFÉRENTS RÉSEAUX DE RÉSERVES INTERDITES À LA RÉCOLTE COMMERCIALE POUR LES INVERTÉBRES BENTHIQUES DES EAUX PEU PROFONDES EN COLOMBIE-BRITANNIQUE



Parastichopus californicus, l'espèce abordée dans la présente étude de cas. Dessin de P. Ridings.

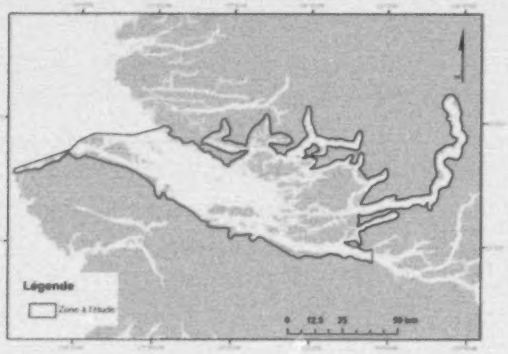


Figure 1. Carte de la zone concernée par l'étude de cas, secteur de gestion des pêches 12, Région du Pacifique

Contexte :

La Gestion des pêches a demandé un avis scientifique pour mettre au point, selon un processus scientifique, soutenable et transparent, un réseau de réserves interdites à la récolte commerciale des invertébrés benthiques des eaux peu profondes sur l'ensemble de la côte. Un groupe de travail technique a été mis sur pied en 2012 pour définir les méthodes à suivre pour formuler des conseils, élaborer des outils et appliquer ceux-ci à une zone relativement riche en données de la Colombie-Britannique. Les critères pris en compte dans l'élaboration de cette trousse d'outils sont : l'applicabilité aux différentes régions de la Colombie-Britannique, la souplesse dans l'application à une large gamme d'espèces invertébrées benthiques sédentaires, la capacité à prendre en compte des incertitudes de plusieurs origines, et la souplesse dans l'évaluation de l'efficacité de différents plans de réserves à même de répondre à plusieurs objectifs de gestion des pêches et de résoudre plusieurs questions de conservation. On a examiné et envisagé toute une panoplie de démarches semi-quantitatives et quantitatives. Le groupe de travail technique a conclu qu'un outil de modélisation pour simulation fondé sur l'habitat et les mouvements de métapopulation, et explicite sur le plan spatial fournirait la plus grande souplesse pour l'évaluation de différents plans de réserves pour une large gamme d'espèces benthiques tout en prenant en compte les incertitudes qui caractérisent les paramètres et la structure du modèle. Pour élaborer les outils de modélisation pour simulation et les valider, on a choisi des populations d'holothuries de Californie (Parastichopus californicus) peu mobiles, exploitées commercialement et pour lesquelles on disposait de données relativement riches.

Les outils de modélisation pour simulation, ou leurs résultats, pourraient contribuer aux travaux en cours visant à établir un réseau d'aires marines protégées (AMP) en C.-B, en vertu de la stratégie des réseaux

d'AMP du Canada et de la Colombie-Britannique; et de la planification spatiale marine en cours dans les zones étendues de gestion des océans (ZEGO), telle que la zone de gestion intégrée de la Côte nord du Pacifique (ZGICNP).

Le présent avis scientifique découle de la réunion des 23 et 24 octobre 2013 sur l'Outil de modélisation pour simulation visant à évaluer différents réseaux de zones fermées à la pêche des invertébrés benthiques des eaux peu profondes en Colombie-Britannique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

SOMMAIRE

- La Direction de la Gestion des pêches a demandé l'élaboration d'un outil qui permet la conception d'un réseau de réserves pour la pêche commerciale des invertébrés benthiques sédentaires qui soit applicable à une large gamme d'espèces invertébrées benthiques sédentaires, qui puisse prendre en compte plusieurs sources d'incertitude, et qui soit suffisamment souple pour évaluer la capacité de plusieurs conceptions à satisfaire les nombreux objectifs de conservation et de gestion des pêches.
- On a donc créé un cadre de modélisation pour simulation fondé sur l'habitat et les mouvements de métapopulation, et explicite sur le plan spatial, accompagné d'analyses de la sensibilité. Le cœur de ce cadre est constitué de modèles d'habitats propices, de dispersion, de dynamiques de métapopulation et de pêche. On a conçu des méthodes pour
    1. élaborer le cadre de modélisation pour simulation;
    2. produire des couches de données spatiales;
    3. estimer les paramètres d'entrée;
    4. effectuer une analyse générale de la sensibilité et l'interpréter.
- Le cadre de modélisation pour simulation a servi d'outil de validation pour un modèle de base élaboré pour l'holothurie de Californie (*Parastichopus californicus*) dans le secteur 12 de gestion des pêches de la Région du Pacifique, afin d'illustrer comment la trousse d'outils peut servir à prévoir la répartition des habitats propices, à estimer l'évolution des populations au fil du temps, à effectuer une analyse générale de la sensibilité qui quantifie le poids de chaque paramètre du modèle, qui définit les priorités de recherche et qui évalue les différentes configurations du réseau de réserves.
- On a ensuite recommandé de passer à l'étape suivante, soit l'exécution de la simulation dans son intégralité, sur un lieu et des espèces bien définis, et l'examen des résultats par le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS).
- Dans le présent document, l'expression « réserve interdite à la récolte commerciale » (RIRC) désigne les zones où la pêche commerciale d'une espèce est interdite.

INTRODUCTION

Les gestionnaires des ressources en mollusques et crustacés de la Région du Pacifique ont demandé des renseignements et un avis sur les méthodes et les critères biologiques qu'il est possible d'employer pour élaborer un réseau de RIRC pour une espèce marine d'invertébrée benthique, peu mobile, à frai par émission externe de gamètes (p. ex. l'holothurie, l'oursin, les bivalves et l'ormeau). Toutefois, on en sait peu sur les paramètres du cycle biologique de

nombreux invertébrés marins récoltés commercialement en Colombie-Britannique, notamment sur leur survie, leur croissance, leur reproduction et leurs profils de déplacement. Bien que les pêches commerciales des invertébrés soient évaluées et gérées au moyen de l'approche de précaution (Hand *et al.* 2009), l'incertitude est grande en ce qui concerne de nombreux paramètres du cycle biologique de ces espèces. Une mesure de précaution supplémentaire, comme la création d'un réseau de RIRC, pourrait atténuer certains risques découlant de ces incertitudes, tout en permettant la poursuite de la pêche autochtone et de la pêche récréative dans ces zones.

On a élaboré un ensemble d'outils qui peuvent servir, individuellement ou collectivement (selon les objectifs de gestion), aux chercheurs et gestionnaires des ressources dans le cadre de la conception de réseaux mono-espèces de RIRC visant les invertébrés benthiques sédentaires de la Colombie-Britannique

Le cadre de modélisation pour simulation définit et emploie un ensemble d'outils quantitatifs dont on peut se servir pour fournir des avis sur le nombre, la taille et l'espacement requis des RIRC pour atteindre un ou plusieurs objectifs de gestion. Un des éléments clés du cadre de modélisation pour simulation est l'ensemble couplé de sous-modèles des habitats propices, de la dispersion, de la dynamique des métapopulations et de la pêche. Les outils permettent aux analystes d'élaborer des couches de données spatiales, d'estimer d'autres paramètres d'entrée, d'effectuer des simulations et d'en analyser les résultats. Ces outils sont appliqués à l'espèce à l'étude (holothurie de Californie, *Parastichopus californicus*), pour montrer comment ils peuvent servir à éclairer les décisions au chapitre de la conception des RIRC. Les résultats montrent la façon dont la sensibilité du modèle et les analyses de scénarios peuvent servir à définir les priorités de recherche et à évaluer les conceptions de réseaux au moyen de plusieurs critères de rendement. Enfin, on analyse la façon dont la trousse d'outils peut être appliquée à une large gamme de questions de gestion spatiale pour un large spectre d'espèces se trouvant dans une zone donnée, à condition qu'on dispose de suffisamment de données et de puissance de calcul.

Le cadre de référence de cet avis scientifique portait sur les éléments suivants :

1. Déterminer la capacité de l'outil de simulation à évaluer les différentes conceptions de réseaux de zones fermées à la pêche de l'holothurie dont le nombre, l'étendue et l'emplacement des zones variait et selon différents scénarios de disponibilité des données.
2. Déterminer la capacité de l'outil de simulation à évaluer les différents réseaux de zones fermées à la pêche de l'holothurie en fonction d'un éventail de mesures du rendement et de scénarios plausibles de gestion de la pêche commerciale et autochtone.
3. Évaluer l'incertitude liée aux hypothèses concernant les paramètres et aux résultats de l'outil de simulation et, à partir d'une analyse de la sensibilité, formuler des recommandations sur la manière de réduire l'incertitude.
4. Évaluer l'applicabilité de l'outil de simulation à d'autres invertébrés benthiques peu mobiles des eaux peu profondes.
5. Analyser l'efficacité des autres méthodes disponibles pour déterminer l'emplacement de possibles zones de fermeture de la pêche des invertébrés benthiques peu mobiles.
6. Formuler des recommandations pour étudier et surveiller les tendances biologiques afin d'en évaluer l'efficacité en matière de conservation et par rapport aux objectifs de gestion de la pêche.

La trousse d'outils élaborée pour évaluer les différentes RIRC se compose des éléments suivants :

- un code servant à élaborer des prévisions spatialement explicites sur l'emplacement des habitats propices et des densités d'invertébrés.
- un code servant à bâtir des modèles de base sur la dynamique des métapopulations liés aux modèles des habitats propices, de la dispersion et de la gestion des pêches.
- un code sur mesure pour effectuer des analyses de sensibilité sur les modèles de base.
- un code pour réunir, analyser et interpréter les résultats importants issus des simulations et évaluer la conception des réserves en fonction des critères de rendement.

Les gestionnaires des pêches ont défini plusieurs mesures du rendement qui les intéressent pour évaluer l'efficacité des différents réseaux de RIRC. Les mesures du rendement utilisées pour évaluer les RIRC étaient le déclin de la population, en pourcentage; le nombre de sous-secteurs de gestion des pêches dans la Région du Pacifique situés sous le point de référence limite (PRL; 50 % de B_0 pour *P. californicus*) et la proportion d'années où un sous-secteur quelconque est tombé sous le PRL sur 20 et 100 ans.

Ensemble, ces outils produisent des prévisions sur l'évolution de l'abondance des populations, sur le taux d'occupation et les taux de prise. Ces résultats permettent aux analystes d'évaluer les prévisions du modèle par rapport aux objectifs de conservation et de gestion, comme le déclin de la population et le risque de tomber sous le PRL.

Dans les analyses de la sensibilité, les paramètres du modèle sont diversifiés de façon à permettre aux analystes de quantifier leur influence sur les prévisions ciblées. Les principaux paramètres du modèle qui peuvent être diversifiés dans le cadre de modélisation pour simulation qui est présenté ici sont le nombre, la taille, l'emplacement des populations, ou les sous-secteurs de gestion des pêches (Région du Pacifique) que contient le réseau de réserves. En explorant toute une gamme de valeurs pour chacun de ces paramètres du réseau de réserves, les analystes peuvent déterminer les attributs que le réseau doit comporter pour atteindre un ou plusieurs objectifs.

Ces outils, ainsi que leur capacité à produire des avis pour les gestionnaires qui souhaitent créer un réseau de réserves, sont sommairement décrits ci-dessous.

ÉVALUATION

La partie qui suit évalue la capacité du cadre de modélisation pour simulation à satisfaire à chacune des dispositions du cadre de référence.

Objectif n° 1 : Déterminer la capacité de l'outil de simulation à évaluer les différentes conceptions de réseaux de zones fermées à la pêche de l'holothurie dont le nombre, l'étendue et l'emplacement des zones variait et selon différents scénarios de disponibilité des données.

Lorsque les études empiriques sont trop chères ou chronophages, la modélisation pour simulation peut servir à évaluer les scénarios de gestion. Pour évaluer le rendement des conceptions de réseaux qui varient en nombre, en taille et en configuration par rapport aux objectifs de gestion, les paramètres correspondants dans le modèle de base sont diversifiés dans l'analyse de sensibilité.

Le résultat des analyses de sensibilité peut servir à formuler des avis scientifiques sur la taille, le nombre et la configuration des habitats propices à intégrer dans les stratégies de gestion en examinant les liens entre les paramètres d'évaluation et les résultats de la simulation.

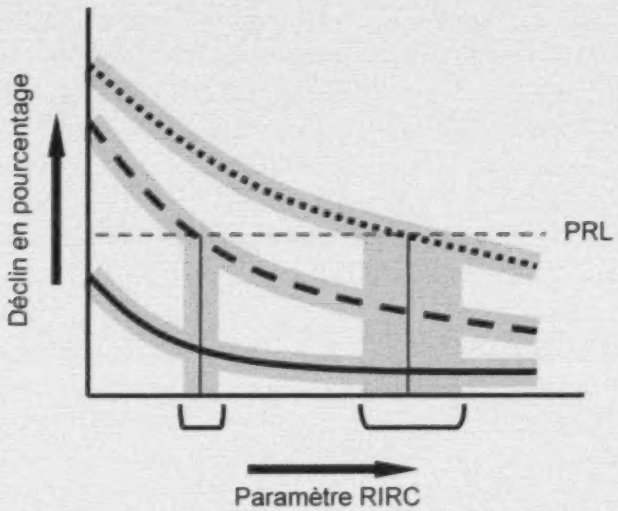


Figure 2. Un schéma montrant comment la variation d'un paramètre de RIRC (comme le nombre de sous-secteurs dans la gestion des pêches de la Région du Pacifique ou la surface totale de la réserve) peut être liée à une prévision du modèle (dans notre cas le déclin en pourcentage de la population) dans trois scénarios de gestion (p. ex. taux d'exploitation faible, moyen et élevé représenté par des lignes continues, tiretées et pointillées, l'ombre grise représentant la variabilité de ces courbes). Quand les modèles sont ajustés aux relations, leur intersection avec un objectif de gestion particulier (p. ex. demeurer sous le PRL) peut servir à prévoir la valeur du paramètre nécessaire à la réalisation de l'objectif.

Dans la figure 2, le déclin de la population, en pourcentage, est représenté en fonction d'un paramètre de RIRC non déterminé, et trois liens hypothétiques entre les deux variables sont indiqués. Dans tous les cas, le paramètre (p. ex. nombre de populations dans le réseau de RIRC ou surface totale du réseau) influe sur le déclin en pourcentage, mais les formes des liens ne sont pas les mêmes. Les lignes pointillées et tiretées représentent deux cas où le lien entre le déclin et le paramètre de RIRC croise un objectif de gestion particulier, dans ce cas un PRL. Ces liens, ainsi que les intervalles de confiance, peuvent servir à donner des avis scientifiques sur les propriétés du réseau de RIRC nécessaire pour empêcher les populations de tomber sous le PRL. Ces propriétés peuvent être le nombre des populations, la surface totale de l'habitat, ou la longueur du rivage que le réseau doit afficher pour empêcher les populations de descendre en dessous du PRL. En revanche, la ligne continue représente une situation dans laquelle les populations ne descendent jamais en dessous du PRL, quel que soit le niveau de l'attribut du réseau.

Le nombre, la taille et la configuration des habitats nécessaires pour remplir les objectifs de conservation ou de gestion des pêches dépendent non seulement de la solidité et de la forme des liens qui unissent ces paramètres et la probabilité d'atteindre ces objectifs, mais aussi des interactions entre les variables et les objectifs eux-mêmes. Dans l'exemple présenté dans

Duprey *et al.*[1] (manuscrit non publié), si le PRL est fixé à 5 ou 10 % de déclin dans la biomasse de la population, les liens croiseraient probablement le PRL et permettraient la formulation d'avis quantitatifs sur les propriétés que doit avoir le RIRC pour atteindre les objectifs. Selon les résultats des simulations, une hausse des taux de récolte (commerciale, etc.) changerait la forme du lien entre le déclin en pourcentage et les propriétés du RIRC au point qu'ils pourraient se croiser au PRL. Toutefois, on n'a pas totalement analysé un éventail plus large de taux de récolte. Par ailleurs, on a considéré des scénarios de base qui se fondaient sur l'hypothèse que la mortalité par pêche était spatialement répartie de manière uniforme, sans explorer d'autres méthodes de pêche. Les résultats pourraient beaucoup changer selon les habitudes de pêche. Il est également important d'étudier les interactions qui existent entre les variables et les effets que les objectifs de conservation ou de gestion des pêches pourraient avoir sur les avis scientifiques qui sont donnés. Il est en outre à noter que si les méthodes et les outils étaient appliqués à d'autres populations ou d'autres espèces, les conclusions générales pourraient différer.

Objectif n° 2 : Déterminer la capacité de l'outil de simulation à évaluer les différents réseaux de zones fermées à la pêche de l'holothurie en fonction d'un éventail de mesures de rendement et de scénarios plausibles de gestion de la pêche commerciale et autochtone.

Les mesures du rendement qui ont servi à évaluer les différents réseaux de zones fermées à la pêche étaient le déclin de la population, en pourcentage; le nombre de sous-secteurs de gestion des pêches du Pacifique sous le PRL, et la proportion d'années où l'un ou l'autre de ces sous-secteurs est tombé sous le PRL à des intervalles définis (20 et 100 ans dans ce cas). Le code employé dans les outils permet de connaître le taux d'occupation de la population et la probabilité d'extinction, ainsi que le cumul de la récolte au fil du temps. En plus de ces paramètres, le code est souple et permet aux utilisateurs d'évaluer les différents réseaux de RIRC en fonction des mesures de rendement calculables à partir de la répartition prévue ou simulée et de la répartition de l'abondance pendant un certain temps ou sur une certaine superficie. Il est possible d'élaborer d'autres types d'indicateurs, mais il faut d'abord déterminer leur aptitude à s'intégrer au simulateur.

Le code permet aux utilisateurs de simuler une variété de scénarios de gestion de la pêche, entre autres commerciale. Il peut simuler deux types de récolte (p. ex. taux de récolte commerciale et autres taux de récolte), et ces taux peuvent s'appliquer à tous les stades et toutes les fréquences, et à n'importe quelle échelle spatiale qui est égale ou supérieure à l'échelle de la population (p. ex. populations, sous-secteurs de gestion des pêches du Pacifique, secteurs de gestion des pêches du Pacifique). La récolte peut s'appliquer à une proportion de la population ou à un nombre fixe d'individus au fil du temps.

Objectif n° 3 : Évaluer l'incertitude liée aux hypothèses concernant les paramètres et aux résultats de l'outil de simulation et, à partir d'une analyse de la sensibilité, formuler des recommandations sur la manière de réduire l'incertitude.

Plusieurs paramètres intégrés dans les outils présentés n'étaient pas connus pour *P. californicus*. Ils restent donc incertains. L'analyse de la sensibilité est un outil qui permet de quantifier le poids de chaque variable dans les résultats du modèle. Les méthodes présentées décrivent le degré d'incertitude dans les variables utilisées dans l'outil de simulation. Le rôle

[1] Duprey, N.M.T., Curtis, J.M.R., Finney, J., et Hand, C.M. Outils de modélisation pour simulation visant à évaluer différents réseaux de zones fermées à la pêche des invertébrés benthiques des eaux peu profondes en Colombie-Britannique.

que jouent les interactions entre les variables sur les résultats du modèle constitue une importante source d'incertitude qui n'a pas été prise en compte. Le temps a manqué pour tester l'interaction entre les variables utilisées dans l'analyse de sensibilité présentée. Cette étape est particulièrement importante, car l'interaction entre les variables peut être forte et changer l'influence de chaque variable sur les résultats de la simulation. Si l'on souhaite utiliser la trousse d'outils présentée dans une analyse complète du réseau de RIRC, il faut examiner entièrement les interactions entre les variables. Ceci permettrait de réduire l'incertitude liée à l'influence des paramètres et de faire une synthèse de l'influence des paramètres plus facile à justifier. Il n'empêche que la trousse d'outils de simulation permet aux utilisateurs de produire les résultats qu'il faut pour évaluer les interactions entre les variables.

Il est possible de définir les priorités de la recherche à partir des résultats de ces outils, en comparant l'influence de chaque paramètre sur les indicateurs de gestion (surfaces d'habitat propice, taille et densité des populations, déclin des populations en pourcentage, populations restant au-dessus du PRL, etc.), et en déterminant le degré de certitude de ces paramètres. Il est possible de réduire le degré d'incertitude de certains paramètres par des recherches, alors que le coût et la durée de celles-ci pourraient être prohibitifs pour d'autres paramètres.

Objectif 4 : Évaluer l'applicabilité de l'outil de simulation à d'autres invertébrés benthiques peu mobiles des eaux peu profondes.

La trousse d'outils présentée peut servir à différentes espèces d'invertébrés benthiques peu mobiles des eaux peu profondes de la Colombie-Britannique (p. ex. la panope du Pacifique [*Panopea generosa*] et l'oursin rouge [*Strongylocentrotus franciscanus*]). Il est possible de bâtir des modèles prédictifs d'habitats propices et de densité pour beaucoup d'invertébrés benthiques peu mobiles, à condition qu'il existe dans la zone d'intérêt des données sur l'environnement, les populations et les espèces, et que ces données soient pertinentes sur le plan biologique. Les données environnementales qui ont servi à la présente étude étaient extrêmement détaillées grâce aux recherches intensives qui ont été menées sur l'archipel Broughton. L'analyse de la sensibilité dans les habitats propices et les modèles de densité ont exploré des données environnementales de différentes résolutions, et ont conclu qu'il n'existe pas une grande différence dans le rendement du modèle pour le secteur 12 de gestion des pêches du Pacifique. Il est possible de bâtir des modèles similaires à des résolutions différentes pour n'importe quelle région côtière pour laquelle il existe des données environnementales.

Il est également facile de paramétrer de nouveau le modèle de la dynamique des métapopulations pour une autre espèce, et ce en programmant les paramètres du cycle biologique de l'espèce en question. Certaines espèces peuvent même présenter davantage de certitude que l'holothurie pour certains paramètres du modèle, ce qui réduirait l'incertitude liée aux résultats. Le modèle de dispersion est un modèle de base que l'on peut adapter à autre espèce, en y intégrant toutes les données dont on dispose sur la durée du stade larvaire pélagique, le comportement et les mouvements.

Enfin, le modèle de gestion des pêches peut être remodelé pour y intégrer le régime de gestion de l'espèce en question. Pour résumer, ces outils sont parfaitement reproductibles et adaptables à d'autres espèces d'invertébrés benthiques, partiellement ou totalement, à condition de disposer de l'expertise nécessaire. Il est important de noter que malgré l'intérêt que présentent ces outils, ils ne sont pas adaptables à d'autres espèces ni ré-exécutables pour *P. californicus*, à moins que l'utilisateur ne soit expert dans l'analyse spatiale, la modélisation pour simulation (y compris la capacité de vérifier et de valider le rendement du modèle et d'en interpréter les résultats), le langage de programmation R, le logiciel RAMAS, et qu'il puisse évaluer la solidité des résultats du modèle.

Objectif n° 5 : Analyser l'efficacité des autres méthodes disponibles pour déterminer l'emplacement de possibles zones de fermeture de la pêche des invertébrés benthiques peu mobiles.

L'efficacité des autres méthodes pour déterminer des RIRC potentielles dépend d'abord et avant tout des objectifs de gestion. À titre d'exemple, si l'objectif de gestion d'une réserve interdite à la récolte commerciale (RIRC) est exprimé simplement comme un pourcentage d'habitat propice (p. ex. 50 % de l'habitat disponible fait partie de la RIRC), alors une solution cartographique suffit. Les solutions cartographiques varient en complexité, du simple tracé graphique des habitats connus à des prévisions modélisées de l'habitat propice, comme c'était le cas dans les méthodes présentées. On peut aussi se servir d'autres outils pour le choix des réserves, comme MARXAN, de façon à optimiser le placement des zones interdites lorsqu'il existe d'autres objectifs, comme la minimisation des coûts. L'avantage que présentent ces autres outils est leur relative facilité d'utilisation, à condition de disposer de données adéquates. Un de leurs inconvénients majeurs est l'impossibilité de mesurer la capacité des solutions qu'ils fournissent à remplir les objectifs de gestion définis par la Direction de gestion des pêches du MPO. Par ailleurs, ces outils se contentent de donner un instantané de ce qui est, en réalité, un système très dynamique.

Si les objectifs sont exprimés en fonction du changement que l'on voudrait voir dans la répartition ou l'abondance des espèces au fil du temps, alors il faut faire appel à des outils plus avancés. Ces outils doivent pouvoir prendre en compte les processus dynamiques au fil du temps, et fournir des méthodes qui prennent en compte l'incertitude. La force de la trousse d'outils présentée ici est son applicabilité dans les deux cas. Ses éléments peuvent servir individuellement ou en tant qu'outil combiné. Le principal inconvénient de l'approche de modélisation pour simulation est le haut degré d'expertise qu'il faut pour effectuer l'analyse, et le temps que cela prend.

Objectif n° 6 : Formuler des recommandations pour étudier et surveiller les tendances biologiques afin d'en évaluer l'efficacité en matière de conservation et par rapport aux objectifs de gestion de la pêche.

Cet objectif n'a pas été abordé.

Sources d'incertitude

- L'application de cet outil de simulation à des zones de grande taille peut être limitée par la puissance de calcul s'il existe plus de 500 populations distinctes environ.
- Les essais effectués sur *P. californicus* à l'aide de l'outil de simulation ont révélé plusieurs lacunes dans les connaissances qui constituent probablement des paramètres importants pour un ou plusieurs sous-modèles employés dans l'outil de simulation. Les paramètres incertains qu'on estime d'une grande importance sont, entre autres : les cartes des types de substrats, les quantités débarquées dans le cadre des pêches autochtones à des fins alimentaires, sociales et rituelles et des pêches récréatives, et plusieurs paramètres sur le cycle biologique (p. ex. la dispersion, le comportement à l'état larvaire, la survie). Ces lacunes dans les connaissances ont pu être comblées par des conseils d'experts (sauf celles qui concernent le type de substrat, dont le paramètre n'a pas servi dans la création des modèles d'habitat et de densité) pour les besoins des essais. Toutefois, il est facile d'actualiser l'outil et de l'exécuter de nouveau si de nouvelles données, expériences ou connaissances fournissent pour ces paramètres des valeurs mieux adaptées à l'espèce en question.

- On ne sait pas encore comment l'intégration, dans le modèle de la dynamique des pêches, de données spatialement explicites ou une dynamique de pêche non uniforme peut affecter les résultats du modèle et les avis scientifiques qui en découlent.

CONCLUSIONS ET AVIS

On a ensuite recommandé de passer à l'étape suivante, soit l'exécution de l'outil de simulation dans son intégralité, sur un lieu et des espèces bien définis, et l'examen des résultats par le Secrétariat canadien de consultation scientifique (SCCS), ainsi que l'examen de l'application de l'outil et du type d'avis qu'il produit. La trousse d'outils peut aussi servir à une large gamme d'invertébrés benthiques peu mobiles des eaux peu profondes de la Colombie-Britannique (p. ex. la panope et l'oursin), tant que les données et les paramètres sont ceux de l'espèce en question, dans la limite des contraintes de calcul.

Les outils de simulation présentés fonctionnent bien pour les fins voulues (espèces et zones), mais il est possible de trouver pour d'autres zones ou espèces plusieurs autres méthodes intégrant des sous-modèles qu'il faut évaluer pour s'en servir dans les simulations à l'avenir. Une des forces de l'outil de simulation présenté est le fait que les sous-modèles peuvent être remplacés par des modèles plus proches de la réalité – s'il en existe – pour d'autres espèces ou d'autres zones, ou au fur et à mesure que de nouvelles données deviennent disponibles.

Il est recommandé, au minimum, de faire examiner la première exécution de l'outil de simulation par le Secrétariat canadien de consultation scientifique afin d'évaluer complètement les résultats de l'outil et son rendement. Les conclusion et avis qui suivent ont été fournis relativement à l'exécution concernant l'holothurie, d'autres espèces d'invertébrés benthiques, ainsi que les démarches relatives à la validation et aux futures études.

au moment d'utiliser l'outil de simulation :

1. Pour chaque sous-modèle, utiliser les meilleures données disponibles et faire les faire valider (quand c'est possible) par les meilleurs experts.
2. Il faut évaluer le pouvoir prédictif des sous-modèles en ce qui concerne le caractère approprié et la densité des habitats, et le présenter de manière transparente en même temps que les résultats des modèles, s'ils sont utilisés.
3. Examiner l'effet que les interactions entre les variables ont sur les variables prévues.
4. Si des données deviennent disponibles concernant la zone d'analyse, évaluer l'importance du type de substrat, les autres facteurs benthiques et leur effet sur les résultats dans les prochains essais sur les modèles d'habitats propices et de densité.
5. Évaluer l'effet qu'aurait l'inclusion de plusieurs parcelles d'habitat sur les résultats.

SOURCES DE RENSEIGNEMENTS

Le présent avis scientifique découle de la réunion des 23 et 24 octobre 2013 sur l'Outil de modélisation pour simulation visant à évaluer différents réseaux de zones fermées à la pêche des invertébrés benthiques des eaux peu profondes en Colombie-Britannique. Toute autre publication découlant de cette réunion sera publiée, lorsqu'elle sera disponible, sur le calendrier des avis scientifiques de Pêches et Océans Canada (MPO).

Hand, C.M., Hajas, W., Duprey, N., Lochead, J., Deault, J., et Caldwell, J. 2009. Évaluation des données de recherche et sur la pêche recueillies lors du stade 1 de développement de la pêche des holothuries du Pacifique en Colombie-Britannique, de 1998 à 2007 Secr. can. de consult. sci. du MPO, Doc. de rech. 2008/065. x + 115 p. [consulté le 7 avril 2015].

CE RAPPORT EST DISPONIBLE AUPRÈS DU :

Centre des avis scientifiques (CAS)
Région du Pacifique
Pêches et Océans Canada
3190, chemin Hammond Bay
Nanaimo (Colombie-Britannique) V9T 6N7

Téléphone : 250-756-7208
Courriel: csap@dfo-mpo.gc.ca
Adresse Internet: www.dfo-mpo.gc.ca/csas-sccs/

ISSN 1919-5117
© Sa Majesté la Reine du chef du Canada, 2015

La présente publication doit être citée comme suit :

MPO. 2015. Trousse d'outils de modélisation pour simulation visant à évaluer différents réseaux de réserves interdites à la récolte commerciale pour les invertébrés benthiques des eaux peu profondes en Colombie-Britannique. Secr. can. de consult. sci. du MPO, Avis sci. 2015/026.

Also available in English:

DFO. 2015. A Set of Simulation Modelling Tools to Evaluate Alternative Commercial No-Take Reserve Network Designs for Shallow-Water Benthic Invertebrates in British Columbia. DFO Can. Sci. Advis. Sec. Sci. Advis. Rep. 2015/026.